



**Universidade de  
Aveiro**  
Ano 2016

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia  
Industrial

**Pedro Araújo  
Rebelo**

**Relatório de estágio na Renault CACIA -  
Implementação do ciclo DMAIC**





**Pedro Araújo  
Rebelo**

## **Relatório de estágio na Renault CACIA - Implementação do ciclo DMAIC**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Maria Pinto de Moura, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro



Dedico este trabalho aos meus pais e à Márcia pelo incansável apoio ao longo desta etapa.



## **o júri**

presidente

Prof.<sup>a</sup> Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Luís Filipe Ribeiro dos Santos Guimarães  
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Maria Pinto de Moura  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro





## **agradecimentos**

Agradeço à Renault Cacia pela oportunidade de realizar este estágio, referindo em especial o Eng.º José Pinho e sua equipa pela cooperação e apoio ao longo de todo este período.

Agradeço à Professora Ana Moura pela orientação e ajuda na elaboração deste documento.

Agradeço a todos os meus colegas e amigos que estiveram comigo ao longo desta jornada na Universidade de Aveiro.

Agradeço a todos os dirigentes associativos que partilharam comigo momentos inesquecíveis e noites intermináveis na Aveiro Smart Business e na Associação Académica, dois projetos que muito me orgulho de ter participado enquanto estudante da Universidade de Aveiro.

Agradeço ao meu irmão pela amizade e camaradagem ao longo de todos estes anos.

Um agradecimento muito especial aos meus pais por me terem dado a oportunidade de estudar e por me terem possibilitado concretizar os meus sonhos. O vosso incansável apoio permitiu-me chegar até aqui.

E por último, agradeço à Márcia por ter estado incondicionalmente ao meu lado nos momentos chave deste ciclo que agora termina. A tua dedicação e carinho deram-me a força necessária para superar todas as adversidades e atingir os todos meus objetivos. Este trabalho é dedicado a ti.



## **palavras-chave**

**DMAIC, Just in Time, Planejamento de Produção, Six Sigma**

## **resumo**

Este trabalho insere-se no âmbito da aplicação do sistema de produção da aliança Renault Nissan na fábrica da Renault CACIA. Este sistema advoga o conceito de Filme Firme que pode ser definido como um plano fixo e sem previsões, em que a hora de fabricação e sequência de produção são definidas para cada veículo ou para cada componente específico, e não para um volume total diário, e em que o seu fluxo de informação é contínuo e sustentado por um sistema que é suscetível de ser partilhado com todos os processos. O projeto proposto neste estágio curricular tinha como objetivo a criação de um método sistemático que possibilitasse aumentar o período de Filme Firme na linha de montagem de caixas de velocidades. Para isto ser possível sem eventos adversos, teriam de ser minimizadas as alterações às ordens de fabrico no horizonte firme. Com base no ciclo DMAIC, foi criado para o efeito um método sistemático de resolução estruturada de problemas que implicassem essas alterações, utilizando ferramentas como a análise dos 5 Porquê, o Diagrama de Pareto e o Plano de Ação. Devido à implementação deste processo, a Renault CACIA conseguiu aumentar o seu período de Filme Firme de 24 para 32 horas, assim como minimizar os problemas que provocavam alterações nas ordens de fabrico.



**keywords****DMAIC, Just in Time, Production Planning, Six Sigma****abstract**

This work falls within the scope of application of the Renault Nissan production system at Renault CACIA. This system advocates the concept of "Filme Firme" that could be set as a fixed and unpredicted plan, wherein the time of manufacture and production sequence are defined for each vehicle or for each particular component and not to a total daily volume, and where its information flow is continuous and sustained by a system that is capable of being shared with all processes. The project proposed in this curricular internship aimed to create a systematic method that would allow the increasing of the "Filme Firme" period in gearbox assembly line. For this to be possible without adverse events, it would be necessary to minimize the changes to manufacturing orders in the firm horizon. Based on the DMAIC cycle, it was created for this purpose a systematic method of solving structured problems that would require these changes, using tools such as the 5 Whys analysis, the diagram of Pareto and the Action Plan. Due to the implementation of this process, Renault CACIA managed to increase its "Filme Firme" period from 24 to 32 hours, as well as minimize the problems that caused changes in manufacturing orders.



## Índice

1.	Introdução .....	1
1.1.	Objetivos .....	1
1.2.	Metodologia .....	2
1.3.	Estrutura do relatório.....	2
2.	Enquadramento teórico .....	4
2.1.	Toyota Production Way e conceito Lean .....	4
2.2.	Just in Time.....	5
2.3.	Six Sigma e o método DMAIC.....	5
2.4.	Diagrama de Pareto.....	6
2.5.	Análise da Causa Raiz .....	7
3.	Implementação do ciclo DMAIC.....	8
3.1.	Caracterização da organização.....	8
3.2.	O Alliance Production Way.....	9
3.3.	O Projeto de Estágio Curricular .....	10
3.4.	Metodologia .....	11
3.5.	O Ciclo DMAIC .....	12
3.5.1.	<i>Define</i> – Definição do foco do estudo .....	12
3.5.2.	<i>Measure</i> – Recolha dos dados necessários .....	12
3.5.3.	Fase Analyse - Análise das causas raiz.....	14
3.5.4.	Fase Improve – Desenvolvimento das ações corretivas .....	15
3.5.5.	Fase Control – Monitorização e melhoria .....	15
3.6.	Análise dos resultados obtidos .....	16
3.6.1.	Problemas endémicos erradicados: .....	16
3.6.2.	Passagem de Filme Firme a 24 horas para 32 horas .....	17
3.6.3.	Problemas individuais com maior impacto .....	18
3.6.4.	Comparação primeiro trimestre vs último trimestre .....	19
3.6.5.	Análise dos resultados.....	20
4.	Conclusão .....	21
4.1.	Reflexões sobre o trabalho realizado.....	21
4.2.	Estudos futuros a desenvolver .....	22
5.	Bibliografia .....	23
6.	Anexos.....	25
6.1.	Anexo I – QC Story (ferramenta Renault de análise de problemas) .....	25

6.2.	Anexo I I – Extração de pedidos de cliente no sistema .....	26
6.3.	Anexo III – Filme de montagem de caixas de velocidades .....	26
6.4.	Anexo IV – Planeamento da produção.....	27
6.5.	Anexo IV – Ferramenta standard 5 Porquê.....	28
6.6.	Anexo V – Análise de robustez da análise 5 Porquê .....	29
6.7.	Anexo VI – Value Stream Map.....	30
6.8.	Anexo VII – Caixas de velocidades alteradas por dia da semana em Setembro .....	31
6.9.	Anexo VIII – Caixas de velocidades alteradas por dia da semana em Outubro .....	32
6.10.	Anexo IX– Principais alterações dentro das OF's bloqueadas nos sistema.....	33



## Índice de Figuras

Figura 1 - Processo de Filme Firme (Fonte: Manual Alliance Production Way 2015) .....	9
Figura 2 - Desenvolvimento do produto e processo de encomenda (Fonte: Manual Alliance Production Way 2015) .....	10
Figura 3 - Esquema de Filme Firme .....	11
Figura 4 - Folha de registo da alteração na OF.....	13
Figura 5 - Tabela de famílias de causas.....	13
Figura 6 - Diagrama de Pareto.....	14
Figura 7 - Exemplo de Análise Porquê-Porquê.....	15

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Sistema tradicional vs Sistema Pull; (Fonte: Kootanaee, 2013) .....	5
Tabela 2- Tabela de ações corretivas .....	16
Tabela 3 - Balanço Mensal .....	16
Tabela 4 – Comparação do primeiro com o terceiro trimestre .....	19

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Principais Causas .....	17
Gráfico 2 - Evolução da taxa de cumprimento do Filme Firme Semanal e transição do Filme Firme para 32 horas .....	18
Gráfico 3 - Evolução da taxa semanal de cumprimento do Filme Firme com descrição dos problemas que causaram impacto.....	19

## Lista de Abreviaturas

**DMAIC** Define, Measure, Analyze, Improve and Control

**APW** Alliance Production Way

**TPS** Toyota Production System

**JIT** Just-In-Time

**OF** Ordem de Fabrico

**TGP** Técnicos de Gestão de Produção

# 1. Introdução

Da produção em massa de Henry Ford ao *Toyota Production Way*, a indústria automóvel esteve sempre no epicentro das grandes revoluções no setor industrial. Contudo, mesmo tendo passado décadas desde a primeira introdução de conceitos como *Just-in-time* e *Lean Manufacturing*, continua a ser um verdadeiro desafio implementar estas metodologias transversalmente a toda a cadeia de valor de uma empresa.

É esta premissa que serve de base a este estágio curricular, o qual foi realizado durante 7 meses na Renault CACIA, SA, no âmbito do curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial na Universidade de Aveiro. O projeto proposto pela Renault CACIA para este estágio curricular está enquadrado no objetivo de sincronizar o planeamento de produção da linha de montagem de caixas de velocidades, com as encomendas firmadas com os clientes. Nesta abordagem estão implícitos dois conceitos da filosofia Lean/Just-in-time como são o da criação de um fluxo contínuo a toda a cadeia de valor e a implementação de um sistema *Pull*. Para sua concretização, o grupo Renault Nissan criou a noção de Filme Firme que implica, entre outras coisas, que se crie um período de horizonte fixo no planeamento da produção, em que as ordens de fabrico correspondem a encomendas firmadas com clientes e que não poderão ser alteradas.

## 1.1. Objetivos

As temáticas abordadas neste estágio versaram a criação de um método sistemático que possibilitasse maximização do período de horizonte fixo no planeamento da produção para a linha de montagem de caixas de velocidades, um dos principais objetivos da empresa no médio prazo. Este repto desencadeou a implementação da metodologia ciclo DMAIC de forma a minimizar as alterações às ordens de fabrico e para assim poder aumentar progressivamente o período de horizonte fixo do planeamento da produção, sem efeitos adversos. Em síntese, os objetivos que deverão ser atingidos com o desencadear deste projeto são os seguintes:

- Implementação de um método sistemático que permita minimizar as alterações às ordens de fabrico, sendo para isso necessário eliminar os problemas que originam essas alterações;
- Maximização do período de horizonte firme no planeamento da produção (inicialmente de 24 horas);

## 1.2. Metodologia

O ciclo DMAIC será a metodologia utilizada no sentido de eliminar de forma estruturada e sistemática os problemas que provocavam alterações às ordens de fabrico. Embora não esteja em causa diretamente a minimização de defeitos, a utilização desta metodologia é transversal a diversas áreas, sendo que face a este problema em questão, este pareceu ser suscetível a uma abordagem da mesma. Serão seguidos todos os passos do ciclo e utilizadas algumas das ferramentas a si associadas. Na fase *define* (definir) o objetivo será compreender o âmbito problema e elaborar o foco do estudo. Na fase *measure* (medir) serão medidos os dados necessários recorrendo a folhas de registo e definidos os problemas prioritários a tratar através da ferramenta Diagrama de Pareto. Na fase *analyse* (analisar) a ferramenta Análise Porquê-Porquê permitirá analisar as causas raiz dos problemas detetados. Na fase *improve* (melhorar) serão desenvolvidas ações corretivas para solucionar os problemas através da ferramenta Plano de Ação. Por último, na fase *control* (controlar) irá proceder-se ao controlo da implementação das ações corretivas e à monitorização global deste processo. No final do período de implementação deste ciclo, serão avaliados os resultados trimestrais e será realizada uma análise comparativa com o primeiro trimestre a fim de indagar qual o seu real sucesso.

## 1.3. Estrutura do relatório

O presente documento encontra-se dividido em quatro capítulos principais, sendo que cada capítulo se decompõe em vários subcapítulos.

As temáticas abordadas são as seguintes:

- **Capítulo 2:** Este capítulo compreende o enquadramento teórico, no qual é exposta uma revisão da literatura pertinente para contextualizar o foro deste trabalho. Inicialmente é apresentado o conceito Lean e sua correlação com o Toyota Production System. Posteriormente é abordado o conceito de Just in Time, um dos pilares da filosofia Lean e a temática que serve de base contextual a este trabalho. Por fim, é apresentado o conceito Six Sigma e a respetiva ferramenta ciclo DMAIC que são a principal base metodológica para a consecução dos objetivos propostos no projeto de estágio.
- **Capítulo 3:** No terceiro capítulo é primeiramente apresentada a Renault CACIA, a organização em que se realizou este estágio curricular. De seguida, descreve-se o sistema produtivo do grupo Renault-Nissan – o Alliance Production Way (APW), onde é descrito o termo Filme Firme, o qual é absolutamente chave para a compreensão deste trabalho. Subsequentemente, e após uma breve descrição da metodologia utilizada, são detalhados os vários passos e ferramentas do ciclo DMAIC realizados no contexto deste projeto, assim como os resultados práticos para organização. Por fim, são analisados os principais resultados e expostas algumas considerações em relação à implementação.
- **Capítulo 4:** Este último capítulo sintetiza as conclusões retiradas deste trabalho e propõe áreas que deverão ser abordadas num futuro próximo.

## 2. Enquadramento teórico

### 2.1. Toyota Production Way e conceito Lean

O Sistema de Produção Toyota (TPS) foi um sistema de produção pioneiro na sua orgânica, tendo surgido no Japão a partir de meados da década de quarenta do século XX, como alternativa à Produção em Massa. Eiji Toyoda, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo foram os principais intervenientes no despoletar deste sistema disruptivo. (Holweg, 2007).

Ohno (1988) define que o TPS tem a redução de custos como foco, estando a eliminação dos desperdícios como premissa base para a sua consecução. O foco é produzir produtos de maior qualidade, com menores custos e em menos tempo, eliminando assim transversalmente os desperdícios. Os seus dois pilares são o Jidoka (automação com toque humano) e o Just in Time (Dennis, 2007).

O conceito Lean remonta ao Toyota Production System, sendo que tal como este tem como objetivo fundamental a eliminação o desperdício. Este conceito ganhou grande notoriedade com o livro “ The Machine that Changed the World” de 1990, de autoria de James Womack, Daniel Jones, and Daniel Roos (Holweg, 2007). Womack et al. (1990) define que o sistema de produção lean combina os benefícios do sistema de produção artesanal, sem os custos a si associados, com os benefícios do sistema de produção em massa, sem a elevada rigidez que a caracteriza.

A fim de implementar a filosofia lean numa organização, Womack & Jones (1996) detalharam um processo que inclui os seguintes 5 princípios basilares:

- 1) Definir o conceito de valor na perspetiva do cliente final – O objetivo de qualquer organização deverá ser corresponder às necessidades dos seus clientes. Sendo que para isso, deverá ser Identificado aquilo a que o cliente realmente atribui valor.

2) Mapear a cadeia de valor Cadeia de Valor - Deverão ser definidas as atividades necessárias à criação de valor, desde a obtenção de matérias-primas até a entrega do produto ao cliente. Qualquer atividade que não acrescente valor para o cliente e que possa ser evitada, deverá ser retiradas do processo.

3) Criar um fluxo contínuo – O processo deverá ser fluído e sem interrupções ao longo de toda a cadeia.

4) Implementar o sistema *pull* – Produzir segundo uma encomenda firmada pelo cliente, de forma a minimizar o desperdício e a acumulação desnecessária de *stock*.

5) Almejar a excelência – Incentivar uma cultura de melhoria contínua e de permanente insatisfação com o *Status Quo*.

Para Liker e al. (2006, p.97) o não cumprimento do fluxo deve-se primordialmente a:

- Desbalanceamento dos tempos de ciclo, causado por variações normais na destreza do operador ou no próprio tempo de ciclo da máquina;
- Paragens intermitentes, originadas por falta de componentes (atraso no abastecimento), falhas nas máquinas, correção de defeitos, ou ainda, sujeitar os operadores a realizar tarefas adicionais;
- Atrasos intermitentes, provocadas por problemas com máquinas ou tarefas excessivamente complexas;
- Problemas diversos, relacionados com o trabalho por antecipação para compensar uma necessidade futura ou pela ausência do operador por causa inesperada;

## 2.2. Just in Time

A origem da filosofia Just-in-time – JIT remonta ao Toyota Production System, num contexto em que o Japão tinha um acesso condicionado a recursos e a capital. Desta

restrição, nasceu a necessidade de criar um sistema de gestão da produção focado na rápida entrada e saída de materiais (Plenert, 1999). Segundo esta filosofia, o principal desafio está em ter os componentes na linha de montagem, apenas no exato tempo e quantidade em que são necessários, de forma a atingir uma eficaz eliminação do desperdício (Ohno, 1988). De facto, a eliminação do desperdício poderá ser mesmo considerada como o derradeiro objetivo do JIT (Wu, 2012). Esta noção de desperdício contempla o excesso de inventário, a movimentação de materiais e o tempo de lead time do processo (Wisner et al., 2005; Plenert, 1999).

Os dados empíricos comprovam que o JIT leva não só a uma redução no desperdício e nos custos, mas também a um aumento de qualidade, produtividade e eficiência (Kootanaee et al., 2013). Embora tenha tido origem na envolvente interna da fábrica, este conceito rapidamente se disseminou a toda cadeia de abastecimento (Claycomb et al., 1999b).

O paradigma JIT é transversal a todos os níveis e funções da organização, incluindo a produção, a logística e a gestão de recursos. Uma das premissas essenciais do sistema JIT é o facto de ser um sistema pull, contrário ao sistema “push”, vigente em meados do século XX.

*Tabela 1 - Sistema tradicional vs Sistema Pull; (Fonte: Kootanaee, 2013)*

1. Pull system	1. Push system
2. Insignificant or zero inventories	2. Significant inventories
3. Manufacturing cells	3. “Process” structure
4. Multifunction labor	4. Specialized structure
5. Total quality control (TQC)	5. Acceptable quality level (AQL)
6. Decentralized services	6. Centralized services
7. Complex cost accounting	7. Simple cost accounting

### 2.3. Six Sigma e o método DMAIC

Six Sigma é definido como um método organizado e sistemático para a melhoria de processos, o qual baseia-se em métodos estatísticos e científicos para fazer reduzir drasticamente determinada taxa de defeito (Linderman et al., 2003). A sua origem advém



do mundo empresarial, mais concretamente no caso de sucesso que envolveu a sua utilização na empresa *Motorola*, nos anos 90 (Pande et al., 2000).

Originalmente descrito como um método para a redução da variação, DMAIC é aplicado na prática como uma solução de problemas genéricos e abordagem de melhoria (McAdam & Lafferty, 2004). É fundamental para a implementação de Six Sigma como metodologia de melhoria de processos e resolução de problemas (Chakravorty, 2009). No âmbito do Six Sigma, o método estruturado DMAIC fornece uma rotina para resolver problemas e melhorar os processos. Seguir um método estruturado ajuda a evitar tirar conclusões precipitadas e ajuda a garantir uma adequada busca por soluções alternativas para um problema (Schroeder et al., 2008). A metodologia DMAIC consiste em cinco fases: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyse* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar) (Wheeler, 2010). Na fase *Define*, é determinado o foco do estudo, enquanto na fase *Measure* são recolhidos os dados necessários (Evans & Lindsay, 2010). Na fase de *Analyse* deverão ser identificadas e validadas potenciais causas raiz. Já o desenvolvimento das ações corretivas para um problema é realizado na fase *Improve* de DMAIC. A fase *Improve* deverá ser inspirada no diagnóstico feito na fase de *Analyse*, sendo a solução concebida em resposta às causas raiz identificada (Keller, 2010; Kubiak & Benbow, 2009; George et al., 2004). Na fase *Control*, deverão ser desencadeadas ações de monitorização e melhoria (Pyzdek & Keller, 2009).

#### 2.4. Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto, é um diagrama de barras que permite quantificar por ordem decrescente de influência as causas de um dado problema, aplicando a regra 20/80, através da qual 20% das causas resolvem 80% dos problemas. Portanto, um diagrama de Pareto permite separar aspetos relevantes dos que são insignificantes, ajudando as equipas a direcionarem os esforços para os aspetos que realmente as permitirão melhorar. Este tipo de diagrama é normalmente utilizado quando os dados em análise são possíveis de classificar em categorias, quando se identificam oportunidades para melhorar e para identificar as principais causas dos problemas o que vai permitir estabelecer soluções.

Apesar de ser um digrama simples e de fácil utilização é necessário ter em atenção que dados recolhidos num curto espaço de tempo podem levar a conclusões incorretas, uma vez que como os dados são recolhidos num curto espaço de tempo os resultados podem variar muito de semana para semana, não permitindo uma estabilidade das causas para os problemas (Sales, 2013).

## 2.5. Análise da Causa Raiz

A análise da causa raiz pode ser definida como uma ferramenta analítica suscetível de ser usada para realizar uma revisão abrangente e sistemática de incidentes críticos. Ela inclui a identificação da causa raiz e dos fatores contribuintes para a mesma, assim como a determinação de estratégias de redução de riscos futuros e desenvolvimento de planos de ação para solucionar o problema, juntamente com estratégias de medição para avaliar a eficácia da sua implementação (Wilson et al.,1993).

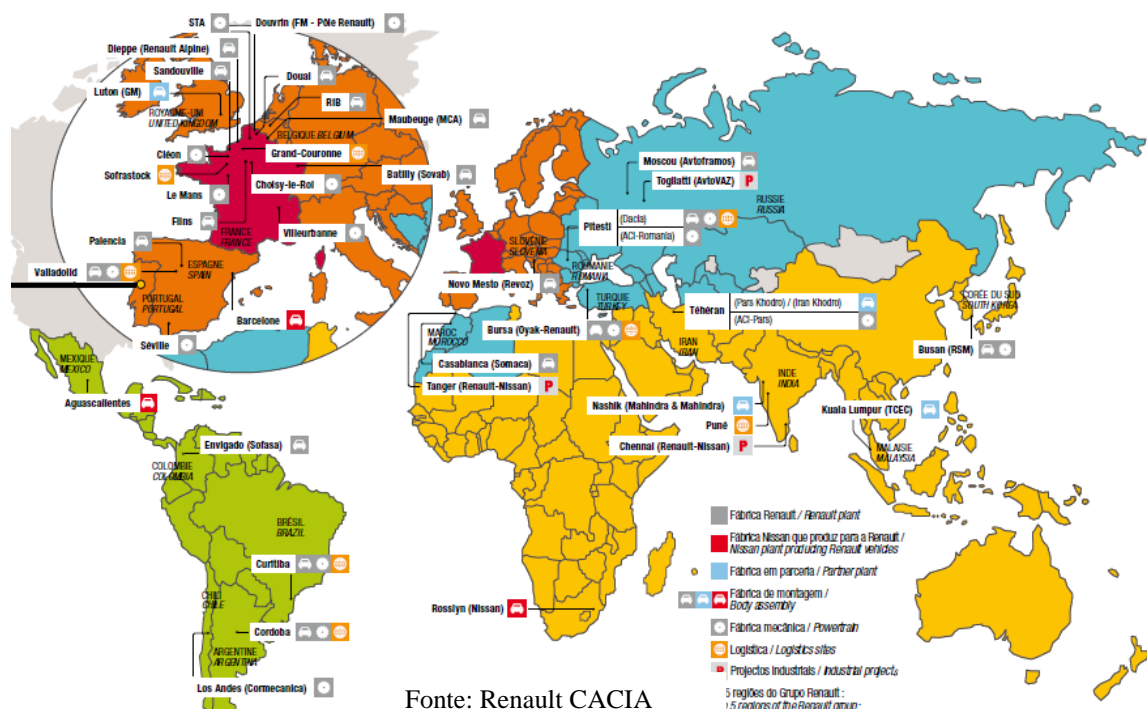
No que concerne à análise da causa raiz, Bhote (1988) critica os processos pouco estruturados, afirmando que colocam muita ênfase em opiniões e não produzem resultados duradouros. Por outro lado, Cox e Spencer (1998) defendem que as ferramentas de análise da causa raiz facultam uma solução para lidar com restrições e chegar a uma decisão adequada. Nesta temática, surgiram na literatura diversas ferramentas de análise da causa raiz, assumindo-se como *standards* para a identificação da causa raiz de um problema. Algumas dessas ferramentas são a Análise Porquê-Porquê, a Análise Multivariada, o Diagrama Causa Efeito, o Diagrama Inter-Relação e a Árvore da Realidade Atual (Duggett, 2004). Embora a literatura contenha inúmeras referências à aplicação individual de cada uma destas ferramentas, assim como a sua relação com outros métodos de resolução de problemas, existe no entanto ainda poucas referências na literatura em relação ao estudo comparativo de várias ferramentas de análise da causa raiz (Smith, 2000).

### 3. Implementação do ciclo DMAIC

#### 3.1. Caracterização da organização

A Renault CACIA é uma fábrica pertencente ao Grupo Renault, que possui o seu foco na produção de componentes para a indústria automóvel. Criada em 1981, a fábrica está localizada no distrito de Aveiro, num dos mais importantes polos industriais de Portugal onde existe geograficamente a convergência de diversos acessos, algo que provoca a dinamização da indústria. As suas instalações ocupam uma superfície total de 300.000m<sup>2</sup> e uma área coberta de 70.000m<sup>2</sup>, combinando uma excelente operacionalidade pelo seu perfil físico, que permite um ótimo esquema de distribuição e facilidade de fluxos, de pessoas e de equipamentos.

A Renault CACIA dispõe de sofisticados meios de controlo de qualidade e ensaios, onde se reafirma continuamente o domínio de todo o processo produtivo e competências para implementar a industrialização de projetos utilizando as metodologias mais avançadas recomendadas pelo Grupo Renault. A Renault CACIA produz atualmente caixas de velocidades assim como vários componentes para motores, nomeadamente bombas de óleo, árvores de equilibragem e outros componentes em ferro fundido e alumínio. A totalidade dos produtos destina-se a fábricas Renault e Nissan de montagem veículos e de mecânica situadas em países como Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, África do Sul, Irão e Índia.



Fonte: Renault CACIA

### 3.2. O Alliance Production Way

Com base na aliança entre a Renault e a Nissan, firmada em 1999, foi criado o APW – Alliance Production Way, sendo este o sistema de produção que representa uma simbiose dos sistemas produtivos de ambas as marcas, assim como as suas filosofias e boas práticas industriais. O pressuposto que serve de base a este sistema é o Douki Seisan – Sincronização com o cliente, sendo considerada uma condição fundamental para assegurar o perfil de competitividade, rentabilidade e sustentabilidade desejado pela aliança. A sincronização com o cliente, descrita pela aliança como condição Want To Be, implica desenvolver a produção de acordo com o pedido, com base num Filme Firme, coerente com as encomendas reais dos clientes. O Filme Firme pode ser definido como um plano fixo e sem previsões, em que a hora de fabricação e sequência de produção são definidas para cada veículo ou para cada componente específico, e não para um volume total diário, e em que o seu fluxo de informação é contínuo e sustentado por um sistema que é suscetível de ser partilhado com todos os processos. A Figura 1 descreve este processo.

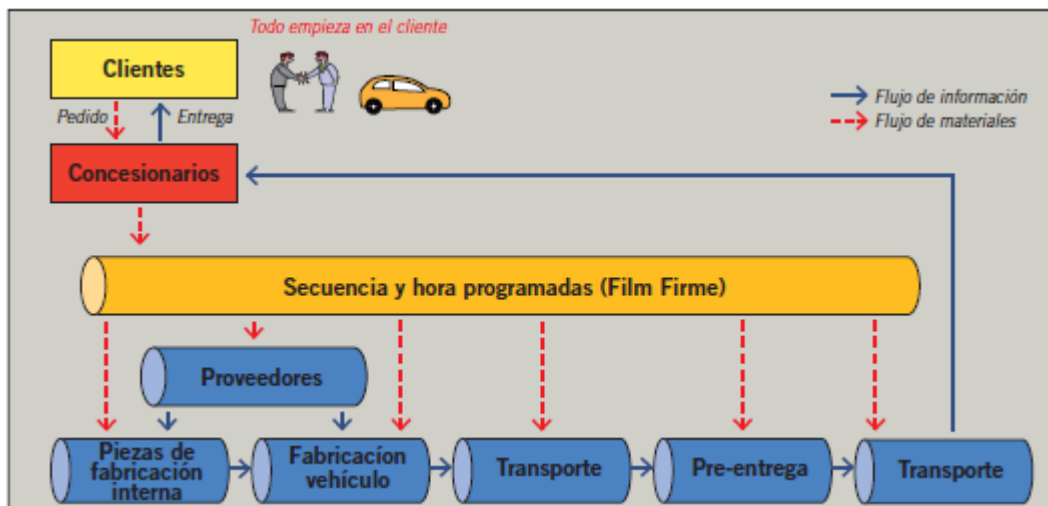


Figura 1 - Processo de Filme Firme (Fonte: Manual Alliance Production Way 2015)

**Esta lógica estende-se para o processo de desenvolvimento dos produtos:**

- Colaboração entre a conceção do produto, a conceção do processo e a industrialização;

- Desenvolvimento integrado dos produtos e industrialização;
- Redução do tempo de escoamento no desenvolvimento dos produtos;

**Processo de encomenda:**

- Redução do tempo de escoamento;
- Integração dos processos;
- Respeito do prazo e da sequência;

A Figura 2 retrata estes processos.

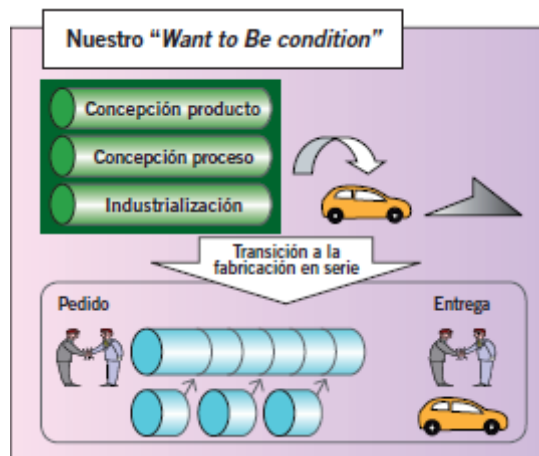


Figura 2 - Desenvolvimento do produto e processo de encomenda (Fonte: Manual Alliance Production Way 2015)

### 3.3. O Projeto de Estágio Curricular

O projeto proposto pela Renault CACIA no âmbito do estágio curricular pressupunha a implementação de um método sistemático que possibilitasse o aumento progressivo do período de planeamento da produção a horizonte firme sem que houvesse consequências adversas. Ou seja, neste período “firme” não deveriam ser alteradas ordens de fabrico (já firmadas com os clientes) previstas no filme de montagem – plano de produção/montagem de caixas de velocidades (Figura 3). Para isto ser desencadeado sem perturbações, a organização deveria ter um método sistemático e contínuo que minimizasse o número de ordens de fabrico alteradas no período de Filme Firme.

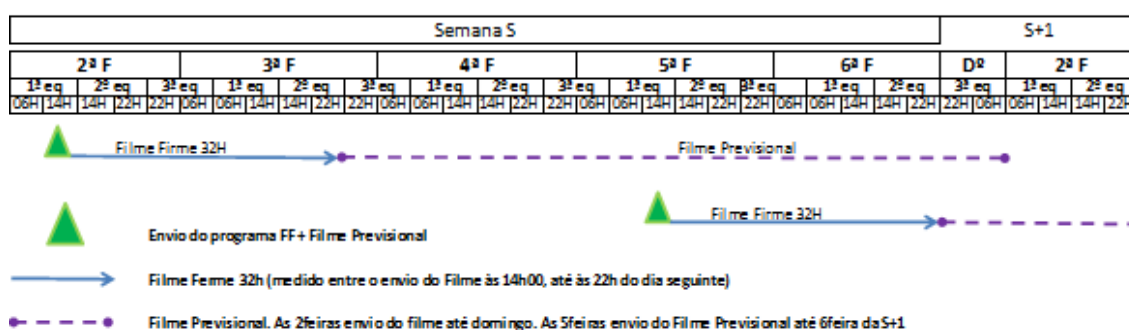


Figura 3 - Esquema de Filme Firme

### 3.4. Metodologia

No que concerne à minimização das alterações às ordens de fabrico, surgiu a possibilidade de utilizar a metodologia ciclo DMAIC, normalmente utilizada no âmbito do Six Sigma. Embora não estivesse em causa diretamente a minimização de defeitos, a utilização desta metodologia é transversal a diversas áreas, sendo que face a este problema em questão, este pareceu ser suscetível a uma abordagem desta metodologia. Foram seguidos todos os passos do ciclo, sendo que na fase *define* (definir) foi compreendido o problema e elaborado o foco do estudo, na fase *measure* (medir) foram medidos os dados necessários, na fase *analyse* (analisar) procedeu-se à análise das causas raiz dos problemas detetados, na fase *improve* (melhorar) desenvolveram-se ações corretivas e na fase *control* (controlar) procedeu-se ao controlo da implementação das ações corretivas e à monitorização global deste processo.

Face ao pedido da Renault Cacia para que este processo trouxesse melhorias imediatas, optou-se por aplicar este método de forma consecutiva com periodicidade semanal, ou seja, após uma única e consolidada fase *define*, esta foi seguida de uma fase *measure* que se repetiria semanalmente na recolha de dados e com as seguintes fases a atuarem também repetidamente de forma semanal. Porém, a fase *control*, atuou também segundo um espectro global, permitindo a realização de um acompanhamento dos dados acumulados ao longo das várias semanas.

### 3.5. O Ciclo DMAIC

#### 3.5.1. *Define* – Definição do foco do estudo

O objetivo deste estudo seria o minimizar o número de OF's alteradas no período de Filme Firme, de forma a aumentar progressivamente este período (inicialmente de 24h). O estagiário (responsável do estudo) seria suportado por um grupo de trabalho multidisciplinar, criado previamente para o efeito, qual teria reuniões semanais de acompanhamento ao projeto. Este grupo era composto pelo responsável da área de Gestão da Produção, os vários TGP's (Técnicos de Gestão da Produção) da maquinação de componentes e montagem de caixa de velocidades, um representante do *atelier* de fabricação responsável pela linha de montagem, e o responsável da área Lean na Renault CACIA.

#### 3.5.2. *Measure* – Recolha dos dados necessários

Inicialmente foi necessário definir o indicador global que deveria medir o sucesso deste projeto. O indicador foi designado taxa de cumprimento do Filme Firme, o qual seria igual ao quociente da divisão do número de caixas de velocidades não modificadas em relação ao planeado, pelo número total de caixas de velocidades produzidas, numa periodicidade semanal. Para o efeito, foi criada uma folha de registo (Figura 4) que documentasse qualquer alteração numa ordem de fabrico (OF) inserida no sistema, dentro do período de Filme Firme. Desta forma, passaram a ficar registados dados como a hora da mudança na OF, o tipo de alteração no sistema, o nº de caixas de velocidades associadas a esta OF e a causa imediata para a alteração (normalmente associada à falta de um dos componentes da caixa de velocidades), e ainda a causa que motivou a falta do componente e que foi comunicada ao TGP.

[illegible]

Posteriormente, as causas que motivaram a alteração foram agrupadas por famílias de causas que motivaram a falta do componente da caixa de velocidades (avarias, bloqueios de qualidade, falha no abastecimento logístico e não cumprimento do plano de produção pela fabricação,) com a respetiva quantidade e caixas de velocidades afetadas (Figura 5).

Problema/dia	Origem	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom	Total Cx's
Falta de CSC - Atraso fornecedor	Logística			492					492
Falta de PL 2ª JC - Avaria da soldadura SAFMATIC	Fabricação			120					120
Falta de Caixa Dif. (Cleon)- Oxidação na mudança de embalagem	Logística			96					96
Falta de AP - Avaria no desempenho	Fabricação		264						264
Falta de PL 1.ª / 2ª JC - Avaria retificação + Bloqueio Qualidade	Fabricação			96					96
Falta de PL 1.ª / 2ª JC - Avaria retificação + Bloqueio Qualidade	Fabricação			408					408
Mistura de stock - armazém (2 ref. No mesmo local)	Logística			60	12				72
Mistura de stock - armazém (2 ref. No mesmo local)	Logística			60					60
Falta de CED - Bloqueio Qualidade - Qual. AT2 não avisou atempadamente	Qualidade		120						120
Falta de CED - Bloqueio Qualidade - (Penúria CED - Alfisa)	SQF					360			360
Falta de CED - Bloqueio Qualidade - (Penúria CED - Alfisa)	Qualidade			48					48
Falta de CED - Bloqueio Qualidade - (Penúria CED - Alfisa)	Qualidade		288	288					576
Falta de CED - problema de qualidade - (Penúria CED - Alfisa)	Qualidade				192				192
Falta de CED - problema de qualidade - (Penúria CED - Alfisa)	Qualidade				192				192
Falta de Caixa Dif. - Avaria TTH	Fabricação		408						408
Falta de Caixa Dif. - Avaria TTH	Fabricação		144						144
Falta de Caixa Dif. Avaria montagem	Fabricação				60				60
Falta de Caixa Dif. Avaria montagem	Fabricação				96				96
Falta de Caixa Dif - Atraso na colocação de intercalares	Fabricação				720				720
Total		0	1224	1668	1272	360	0	0	4524

13



A partir desta tabela, foi elaborado um diagrama de Pareto (Figura 6) a fim de averiguar quais as causas mais penalizadoras. Desta forma, estas causas normalmente responsáveis por 70% a 90% do não cumprimento do Filme Firme, seriam alvo de uma análise da causa raiz do problema na fase subsequente do ciclo DMAIC, a fase *Analyse*.

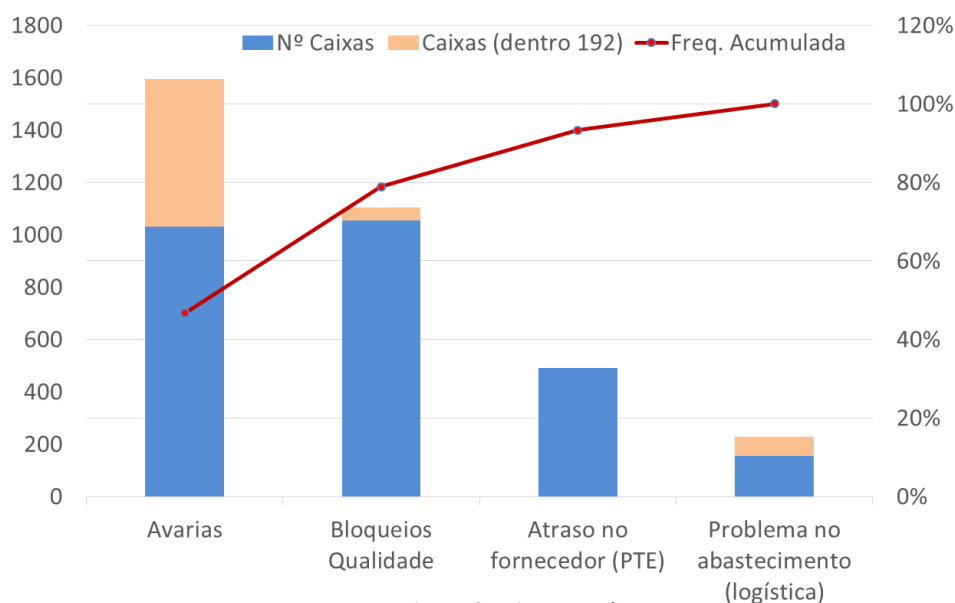


Figura 6 - Diagrama de Pareto

### 3.5.3. Fase Analyse - Análise das causas raiz

Nesta fase procedeu-se à análise das causas raiz dos principais problemas identificados no diagrama de Pareto. Embora o Diagrama de Causa-efeito tivesse sido inicialmente escolhido como ferramenta de análise da causa raiz, o facto de existir uma ferramenta *standard* para esse efeito na Renault CACIA – a análise Porquê-Porquê, fez com que a escolha recaísse sobre a segunda. A realização desta análise (Figura 7) para cada causa teve como intervenientes o estagiário e o responsável da área a que recaía a causa do problema (Fabricação, Qualidade, Logística e Manutenção). A análise Porquê-Porquê, também denominada análise dos 5 Porquê, consiste em definir bem o âmbito do problema, tentando de seguida identificar o que o despoletou, repetindo este passo iterativamente pelas sub-causas durante 5 vezes ou simplesmente até encontrar a causa raiz do problema.

Fato a tratar			ANÁLISE PORQUÊ	
Data: 05/10/2015 Local: AT2- 3557 Modulo1 Número de casos: Descrição e informações relativas a sua detecção: Mudança na OF 5100010 às 08h20 - 24 caixas da ref. 33R - JR5.			Temas: Outros: TRP	
			Piloto: Data da Análise:	
Porque 1	Porque 2	Porque 3	Porque 4	Porque 5
Falha no cumprimento do PPU na ref.33R	Não foi produzida a quantidade necessária.	Porque houve avarias nas máquinas que maquinam a referência em questão (máquina 2434/2435/2436)		
		Porque o operador teve dificuldade na maquinagem desta referência.	Porque o operador ainda estava em formação e não sabia maquinar esta referência	
			Porque não houve a supervisão e monitorização adequada.	Porque no período em causa (fim-de-semana) não há CUET
	Não foi seguida a sequência definida no programa.	Tentativa de eliminar perda de tempo na mudança de rafale.	As máquinas não estavam mudadas para 33R	Avaria no TN
			3 das 6 máquinas não estavam preparadas para a ref. 33R	Avaria no TN

Figura 7 – Exemplo de Análise Porquê-Porquê

#### 3.5.4. Fase Improve – Desenvolvimento das ações corretivas

Nesta etapa, o foco dirigiu-se para a correção das causas raiz previamente identificadas. Para isso, procedeu-se à elaboração de um plano de ação, com a descrição da ação, responsável pela implementação e data de concretização. Com a recomendação do estagiário, o grupo trabalho deveria identificar os responsáveis pela implementação das ações corretivas.

#### 3.5.5. Fase Control – Monitorização e melhoria

Nesta última fase do ciclo DMAIC foi realizada uma monitorização em dois espectros distintos. Num espectro semanal, foi monitorizado o estado de implementação das ações corretivas em implementação (Tabela 2).

Tabela 2- Tabela de ações corretivas

Causa	Origem	Ação	Data	Responsável	Estado
Avaria (fosfatação) - Falta de PF 5ª	Fabricação	1. Aumento do Stock em curso (Global Fábrica) para 11K 2. Carga Mista 3. Seguimento dos 5ª Fixo c/ rejeitados na escuta	S11	XXXXX	Aplicada
Falta de Embalagens - GB8 para JR5*513	Logística	Colocação em contentores alternativos	S12	XXXXX	Em implementação

Complementarmente, e num espectro mais alargado, procedeu-se ao controlo e monitorização da evolução indicador de taxa de cumprimento do Filme Firme, a qual foi alvo de análise semanal na reunião do grupo de trabalho. Foi ainda elaborado um balanço mensal (Tabela 3) com uma síntese da evolução da taxa de cumprimento do Filme Firme.

Tabela 3 - Balanço Mensal

Mês	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Cumprimento do Filme de Ferme	94,45%	94,77%	97,72%	93,82%	87,02%	99,73%	96,86%	98,60%
Nº de tipos de problemas	9	9	7	4	5	2	3	2
Causa Mais Gravosa	Of pré-enciclad	Bloqueio - Qualidade	Não respeito PPU	Avaria (escuta)	Bloqueio - Qualidade	Não Respeito	Avaria (retificação)	Avaria (retificação)
Causa Mais Gravosa(nº CX's)	672	456	264	384	576	240	492	192
Total de CX's Afetadas	3156	2694	888	1668	4524	336	2220	768

### 3.6. Análise dos resultados obtidos

#### 3.6.1. Problemas endémicos erradicados:

- **Problema:** Falha de informação devido a peças bloqueadas pelo departamento de Qualidade que não eram do conhecimento do TGP (OF's alteradas por este motivo correspondem a um total de 2380 caixas de velocidades). **Ação implementada:** criação de *standard* para troca de informação entre a Qualidade e a Gestão da Produção.

- **Problema:** Falta de embalagens para colocar peças acabadas (OF's alteradas por este motivo correspondem a um total de 576 caixas de velocidades) **Ação implementada:** modo alternativo de colocação em embalagens alternativas de cartão.
- **Problema:** Não cumprimento do plano de produção na linha de maquinação de CED – Cárter de embraiagem (OF's alteradas por este motivo correspondem a um total de 528 caixas de velocidades) – **Ação implementada:** Aumento da capacidade (todas as máquinas passaram a maquinar todos os tipos de referências de Cárteres).
- **Problema:** Erros de planeamento da produção do TGP (OF's alteradas por este motivo correspondem a um total de 384 caixas de velocidades) **Ação implementada:** formação e acompanhamento por parte de um TGP com mais experiência na função.

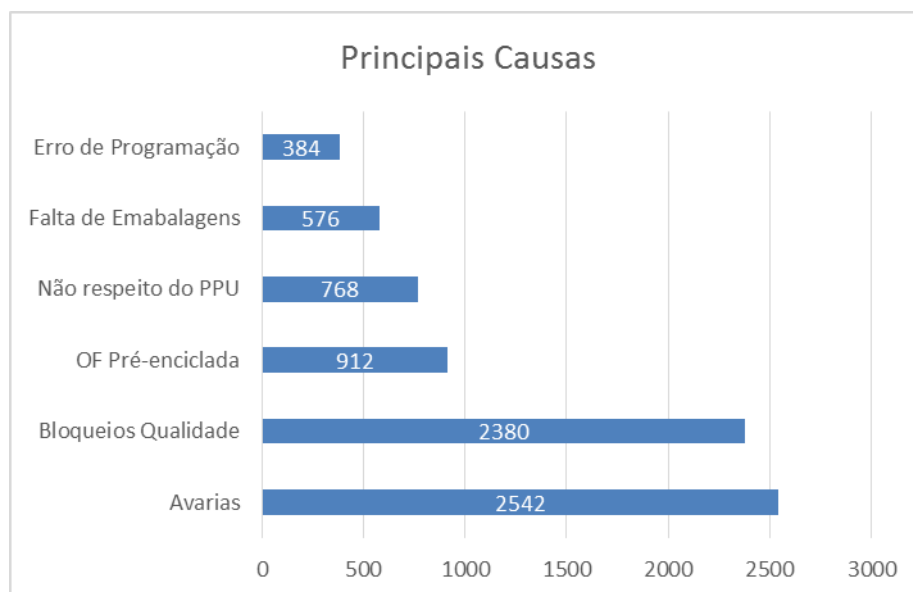


Gráfico 1 - Principais Causas

### 3.6.2. Passagem de Filme Firme a 24 horas para 32 horas

A mudança de período de Filme Firme foi de 24 horas foi absolutamente significativa para este projeto. A decisão foi tomada pelo responsável de Gestão da Produção com base numa taxa semanal de cumprimento de Filme Firme acima de 99%, consecutiva durante três semanas como ilustra o gráfico 2.

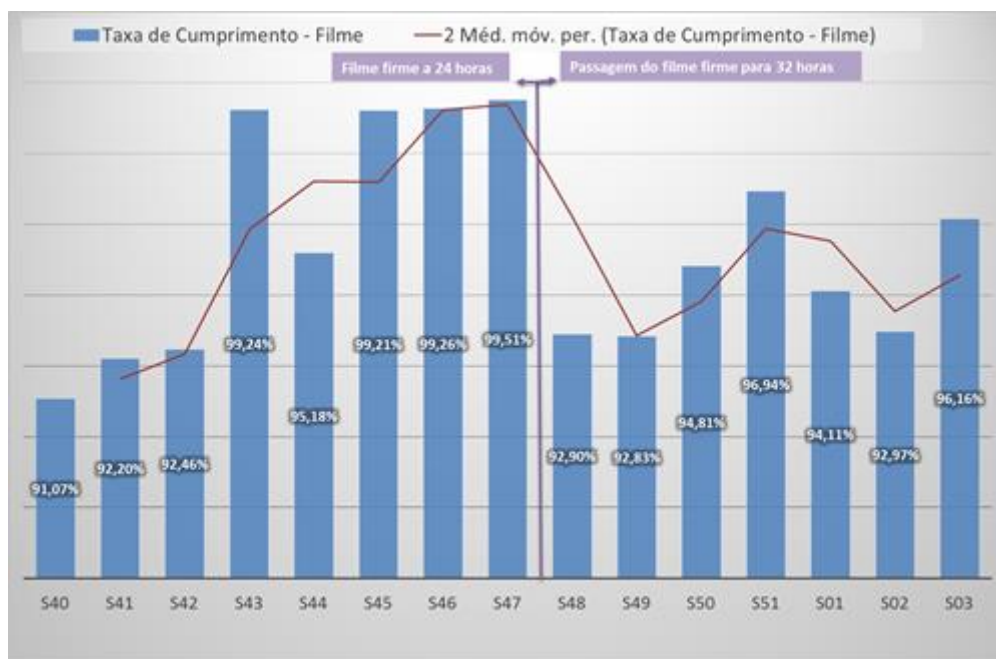


Gráfico 2 - Evolução da taxa de cumprimento do Filme Firme Semanal e transição do Filme Firme para 32 horas

### 3.6.3. Problemas individuais com maior impacto

A implementação de um fluxo contínuo ao longo de toda a cadeia implica que este processo se estenda até aos fornecedores. Na última semana de Janeiro de 2016, um problema relativo um fornecedor no envio de um componente importante causou um enorme impacto na taxa semanal de cumprimento de Filme Firme, fazendo com que esta baixasse para cerca de 64%. Abordando outro caso distinto, a existência de diversas avarias simultâneas provocou um impacto significativo numa taxa semanal de cumprimento de Filme Firme que se tinha mantido acima de 99% durante 5 semanas, tendo nessa semana uma taxa de cerca de 88%.

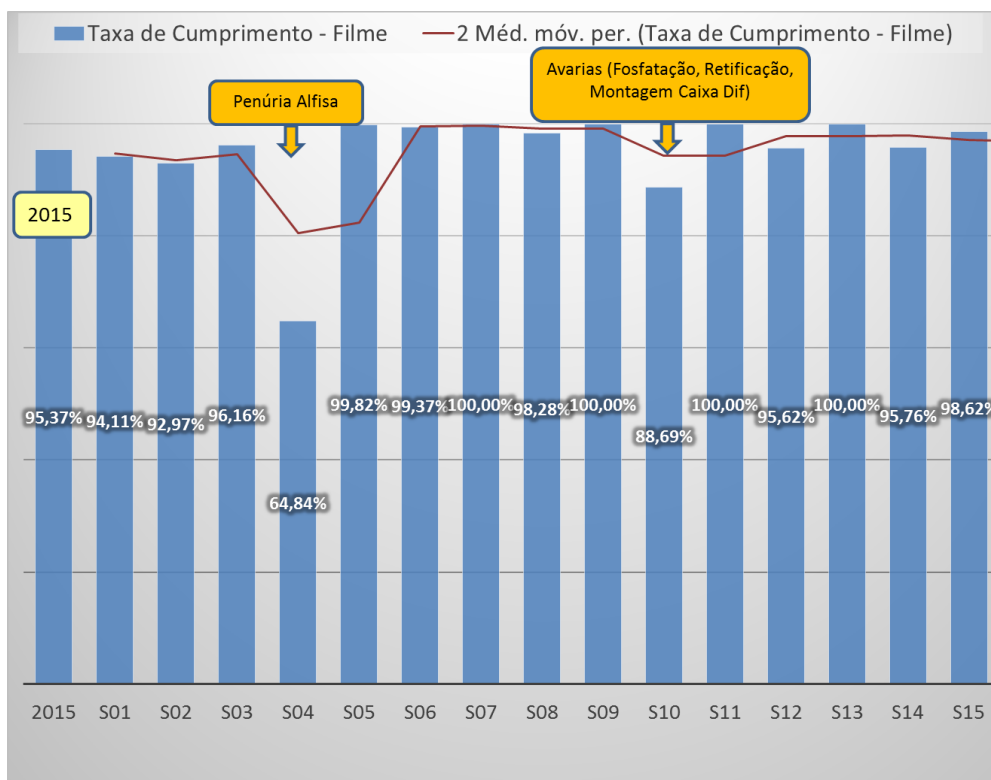


Gráfico 3 - Evolução da taxa semanal de cumprimento do Filme Firme com descrição dos problemas que causaram impacto

### 3.6.4. Comparação primeiro trimestre vs último trimestre

Comparando o primeiro trimestre (Setembro – Novembro) com último trimestre da aplicação deste porcesso (Fevereiro – Abril) fica patente que a taxa de cumprimento de Filme Firme aumentou em média quase 3 pontos percentuais, mesmo considerando que o período de Filme Firme era superior no último trimestre. Nesta comparação de trimestres, outro indicador que é importante referir é o de número médio de problemas mensais que passou de 8 para 2 problemas.

Tabela 4 – Comparação do primeiro com o terceiro trimestre

Trimestre	Trimestre (Setembro – Novembro)	Trimestre (Fevereiro – Abril)
Taxa média de cumprimento do Filme Firme	95,65%	98,40%
Período de Filme Firme	24 horas	32 horas
Número médio de problemas mensais	8	2

### 3.6.5. Análise dos resultados

As ações desencadeadas a partir da implementação da metodologia ciclo DMAIC, permitiram erradicar quatro problemas endêmicos que afetavam a organização, os quais provocaram modificações em Ordens de Fabrico correspondentes a um total de 3868 caixas de velocidades. O número médio de problemas passou de 8 no primeiro trimestre, para 2 no último trimestre de implementação. As avarias e os problemas com fornecedores passaram a ser os dois tipos de problemas mais penalizadores no último trimestre.

A transição do Filme Firme de 24 para 32 horas fixas, a qual ocorreu em Novembro, foi um marco significativo neste projeto, uma vez que o aumento do horizonte temporal do filme firme é o seu principal objetivo. Nos dois meses seguintes a esta alteração (Dezembro e Janeiro), verificou-se uma descida generalizada na taxa de cumprimento do filme firme. Contudo, quando analisando a taxa de cumprimento do filme firme, apurou-se que no último trimestre (Fevereiro – Abril), **com 32 horas fixas**, foi possível estabilizar esta taxa num valor acima de 98%, sendo que da semana 5 à semana 15, em apenas três semanas o seu valor de taxa de cumprimento do filme firme semanal foi inferior a 98% (semanas 10, 12 e 14).

## 4. Conclusão

### 4.1. Reflexões sobre o trabalho realizado

No cômputo geral, este estágio curricular e nomeadamente o projeto por ele desencadeado possibilitaram um aprofundar dos conhecimentos adquiridos no curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, e aplicá-los num contexto prático. Porventura uma das competências mais singulares deste curso é a resolução estruturada de problemas, uma ferramenta transversal a diversas áreas, da indústria aos serviços.

Acredito que fica aqui patente a demonstração dessa competência num contexto prático e numa área muito difícil como é a indústria automóvel, que está na vanguarda do melhor que se faz neste sector.

A filosofia de Filme Firme advogada pelo *Alliance Production Way* preconiza a implementação da 3ª e 4ª fase do processo *Lean* numa organização, sendo eles a criação de um fluxo contínuo em toda a sua cadeia e a consequente implementação do sistema *pull*.

O projeto proposto pela Renault Cacia pressupunha a implementação de um método sistemático que possibilitasse o aumento progressivo do período de planeamento da produção a horizonte firme sem que houvesse consequências adversas, minimizando para isso o número de ordens fabrico alteradas para cumprir com quantidade e tempo previstos pelo cliente. Para esta problemática, surgiu a possibilidade de utilizar a ferramenta ciclo DMAIC, normalmente associada ao *Six Sigma*.

A criação deste sistema de controlo do Filme Firme, segundo os passos do ciclo DMAIC, permitiu a passagem horizonte firme de 24 para 32 horas (estando a passagem para 48 horas prevista para final de 2016), a minimização do nº de problemas e a manutenção da taxa de cumprimento do Filme Firme trimestral acima de 98%.

O sucesso da implementação deste sistema permitiu que esta atividade fosse considerada um *Benchmark* dentro do grupo Renault Nissan, fazendo com que se preveja que este sistema se alargue a outras unidades industriais do grupo.



#### 4.2. Estudos futuros a desenvolver

Num futuro próximo será interessante verificar se reaparecem causas de não cumprimento do Filme Firme já previamente solucionadas. Caso isto aconteça, poderá haver um indício que não se chegou à causa raiz do problema ou que porventura a origem deste problema é de foro distinto.

Neste trabalho ficou patente a importância do alargamento do processo de Filme Firme para os fornecedores, os quais estão a montante de toda a cadeia. Seria importante a abordagem a esta temática em estudos futuros, na medida em que os fornecedores serão intervenientes chave na criação de um fluxo transversal a toda a cadeia, até ao cliente final.

## 5. Bibliografia

Bhote, K. R. (1988). *World class quality: Design of experiments made easier, more cost effective than SPC*. New York: AMA.

Chakravorty, S.S. (2009). *Six Sigma programs: an implementation model*. International Journal of Production Economics 119, 1–16.

Claycomb, C., Germain, R., Dröge, C., (1999b). *Total system JIT outcomes: inventory, organization and financial effects*. International Journal of Physical Distribution and Logistics 29(10), 612–630.

Cox, J. F. III, & Spencer, M. S. (1998). *The Constraints Management Handbook*. Boca Raton, FL: St.Lucie Press.

Dennis, P. (2007). *Lean production simplified*. New York: Productivity Press.

Duggett, A. M. (2004). *A statistical Comparison of Three Root Cause Tools*. Journal of Industrial Technology, 20(2), 1-9.

Evans, J.R., Lindsay, W.M. (2010). *Managing for Quality and Performance Excellence*. South-Western Cengage Learning, Mason, OH.

George, M.L., Rowlands, D.T., Price, M., Maxey, J. (2004). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to 100 Tools for Improving Quality and Speed*. McGraw-Hill, New York.

Holweg, M. (2007). *The Genealogy of Lean Production*. Journal of Operations Management Volume 25, Issue 2, March 2007, Pages 420–437.

Keller, P.A. (2010). *Six Sigma Demystified*, Seconded. McGraw-Hill, NewYork.

Kootanaee, A.J., Babu, K.N., Talari, H.F. (2013). *Just-in-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement*. International Journal of Economics, Business and Finance

Kubiak, T.M., Benbow, D.W. (2009). *The Certified Six Sigma Black Belt Handbook*, 2nd ed.. ASQ Quality Press, Milwaukee, WI.

Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S. (2003). *Six Sigma: a goal-theoretic perspective*. Journal of Operations Management 21 (2), 193–203.

Liker, J., Meier, D., (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill

McAdam, R., Lafferty, B. (2004). *A multilevel case study critique of Six Sigma: statistical control or strategic change?* International Journal of Operations and Production Management 24 (5), 530–549

Pande, P.S., Neuman, R.P., Cavanagh, R.R. (2000). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing their Performance*. McGraw-Hill, New York.

Ohno, T. (1988): *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.

Plenert, G. (1999). *Focusing material requirements planning (MRP) towards performance*. European Journal of Operational Research 119

Pyzdek, T., Keller, P.A. (2009). *The SixSigma Handbook – A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*, 3rd ed.. McGraw-Hill, New York.

Sales, M. (2009). Diagrama de Pareto. Recuperado el, 15.

Smith, D. (2000). *The Measurement Nightmare: How the Theory of Constraints Can Resolve Conflicting Strategies, Policies, and Measures*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.

Wheeler, D.J. (2010). *The Six Sigma Practitioner's Guide to Data Analysis*. SPC Press, United States.

Wilson, P. F., Dell, L. D., & Anderson, G. F. (1993). *Root Cause Analysis: A Tool for Total Quality Management*. Milwaukee: ASQC Quality Press.

Wisner, J.D., Leong, G.K., Tan, K.C. (2005). *Principles of Supply Chain Management: A Balanced Approach*. Southwestern, United States.


Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the World*. New York: Harper Perennial.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking. Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Simon & Schuster.

Wu, S.J., Melnyk, S.A., Swink, M. (2012). *An empirical investigation of the combinatorial nature of operational practices and operational capabilities: compensatory or additive?* International Journal of Operations and Production Management 32(2), 121–155.

6. Anexos

6.1. Anexo I – QC Story (ferramenta Renault de análise de problemas)



QC Story  
Formulário de  
resolução de problema

Tema/Diagnóstico/cibles

1. Escolher o tema (expressar-lhe claramente)

2. Escolher as razões da escolha (a partir do facto e do dado)

3. Compreender a situação actual (Utilizar fatos, desenhos, estratificação, parata, diagrama de dispersão, check-list, histograma, esquema de rotação ou de controle, "urfu nat", plano de asperificação)

4. Escolher as cibles e definir um plano de actividades

Definir o plano de actividades

Passo	Passo	Passo de actividade	Det. de
1	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades
2	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades
3	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades
4	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades
5	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades
6	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades
7	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades
8	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades
9	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades	Definir o plano de actividades

Definir o cibile

Definir o cibile

Análise/Plano de Acções/Resultados

5. Analisar (Investigar e comprovar as causas apontadas na análise paratá, árvore de causas, diagrama do brinco ou "arpenha do peixe", matriz de priorização)

6. Aplicar as medidas correctivas (Utilizar uma tabela plana de acção, matriz de decisão, fatos, esquemas, falhar de requimento)

7. Confirmar os efeitos (Utilizar Parata, histograma, gráfica, Comparar as resultados antes e após as medidas correctivas)

8. Standardizar (Utilizar folha de requimento ou de controle)

9. Fazer o balanço e planificar as acções futuras

Elab. / Elab.:

Ass. / Ass.:

Elab. / Elab.:

## 6.2. Anexo I I – Extração de pedidos de cliente no sistema

[illegible]

### 6.3. Anexo III – Filme de montagem de caixas de velocidades

[illegible]



## 6.5. Anexo IV – Ferramenta standard 5 Porquê

[illegible]

## 6.6. Anexo V – Análise de robustez da análise 5 Porquê

### Auto-avaliação da robustez da análise porque.

#### Fatos a tratar:

A análise porque **não é robusta** se uma nota for igual a Zero - "0".

	Tema	0 pontos	1 ponto	2 pontos	3 pontos	NOTA OBTIDA
1	A análise é realizada sobre o assunto Standard.		NÃO		SIM	
2	Descrição da foto a tratar.	A descrição da foto está baseada sobre hipóteses e não verificadas, de suposições ou de opiniões.	O foto está descrita na interrogativa ou não contém sujeito ou verbo ou complemento.	O foto está descrita na afirmativa com sujeito, verbo e complemento mas SEM dar observável ou mensurável.	O foto está descrita na afirmativa com sujeito, verbo e complemento, contendo dar observável e mensurável.	
3	Elementar do resumo ao primeiro porque (a citação do primeiro porque serve de exemplo para os seguintes).	Uma das respostas está baseada sobre hipóteses e não verificadas, de suposições ou de opiniões.	Uma das respostas não contém sujeito ou verbo ou complemento.	Todas as respostas estão descritas com sujeito, verbo e complemento, mas SEM dar observável ou mensurável.	Todas as respostas estão descritas com sujeito, verbo e complemento e contém dar observável e mensurável.	
4	Elementar do resumo aos porque seguintes (Apresentar sobre o exemplo da citação do primeiro porque).	Uma das respostas está baseada sobre hipóteses e não verificadas, de suposições ou de opiniões.	Uma das respostas não contém sujeito ou verbo ou complemento.	Todas as respostas estão descritas com sujeito, verbo e complemento, mas SEM dar observável ou mensurável.	Todas as respostas estão descritas com sujeito, verbo e complemento e contém dar observável e mensurável.	
5	Robustez da análise: Pedir para partir de cada causa-raiz, retomar as "fatos e tratar" encadando uma resposta na outra com: "ENTÃO".	Sim para mais de 50% das causas-raiz encontradas.	Sim de 50% a 80% das causas-raiz encontradas.	Sim para mais de 80% das causas-raiz encontradas.	Sim para todas as causas-raiz encontradas.	
6	As causas-raiz encontradas, dizem respeito aos fatos humanos?	Sim para mais de 50% das causas-raiz encontradas.	Sim de 50% a 80% das causas-raiz encontradas.	Sim para mais de 80% das causas-raiz encontradas.	Sim para todas as causas-raiz encontradas.	
7	As ações propostas conduzem na erradicação das causas-raiz correspondentes?	A análise não propõem que ações paliativas (soluções que carregam mais que não impedem a re-ocorrência do problema).		A análise propõem ações paliativas com também ações de erradicação.	Todas as ações propostas são ações de erradicação.	
<b>Comentários:</b> *conceito: resumo ao último porque de cada linha						
AVALIADOR:			DATA:	TOTAL sobre 21 pontos máximos (robusto se >=15)		

**Ajuda para preencher a descrição do foto a tratar.**

Descrever a foto com uma frase contendo:

**Prezados repartidos:**

O quê

Onde

Quando

Como

**De Fatores de risco:**

Constituído

Precisar

**De Dado de risco:**

Concretar

Mensurável

**De Antecedente de risco:**


Conhecer

História

**Exemplo:**

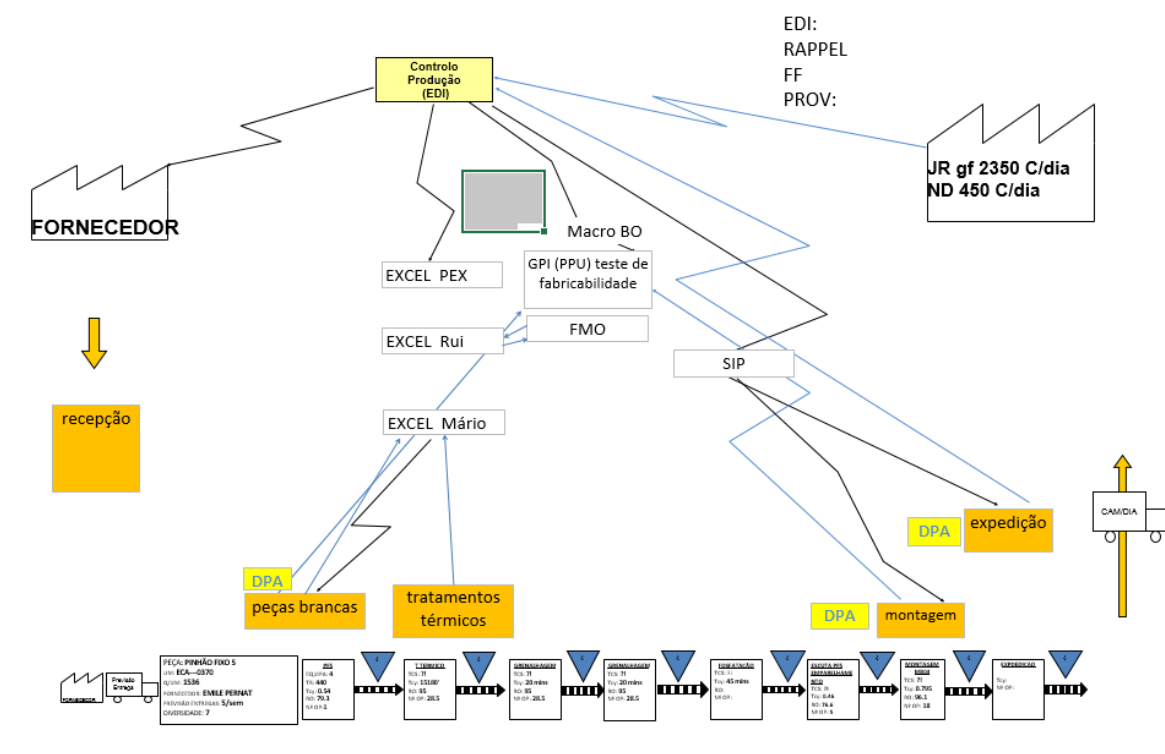
A análise da estrutura da obra estava em 2.0. Em 25 Junho de 18H30min.

Sujeito Verbo Complemento

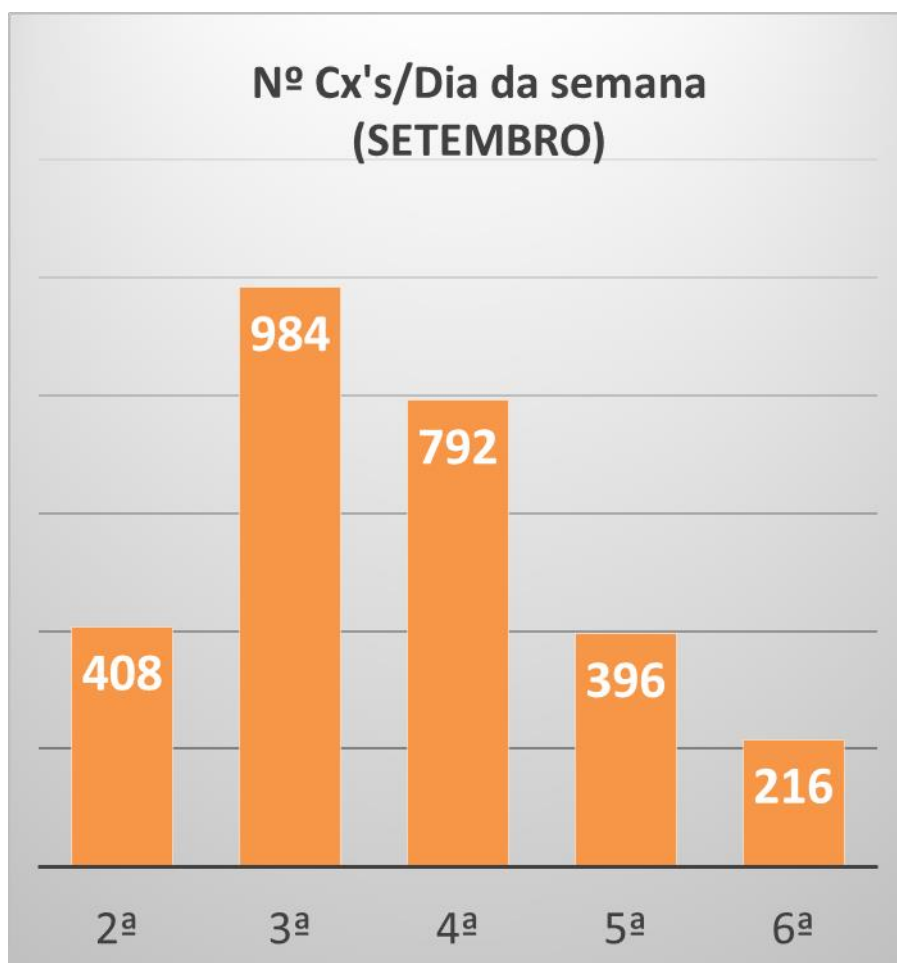




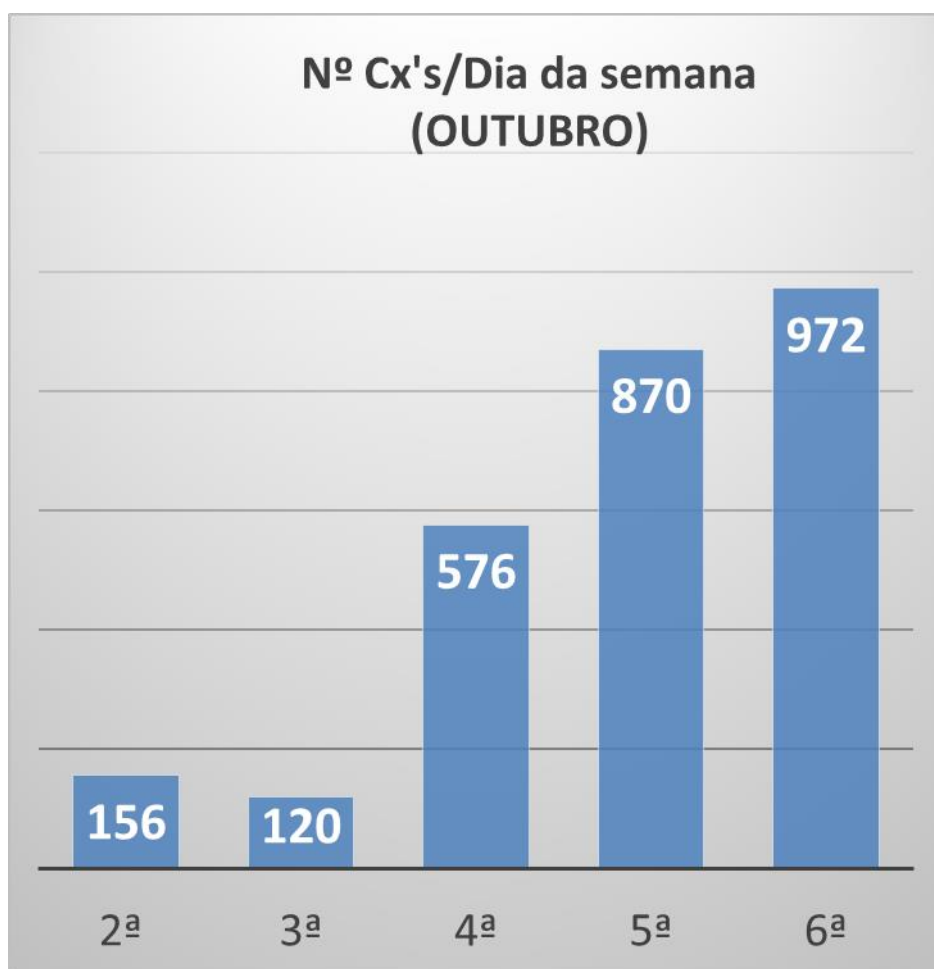
## 6.7. Anexo VI – Value Stream Map



6.8. Anexo VII – Caixas de velocidades alteradas por dia da semana em Setembro



6.9. Anexo VIII – Caixas de velocidades alteradas por dia da semana em Outubro



6.10. Anexo IX– Principais alterações dentro das OF's bloqueadas nos sistema

